

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
4. August 2005 (04.08.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/071239 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F02B 23/06**,
F02F 3/26

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **MAHLE GMBH** [DE/DE]; Pragstrasse 26-46, 70376
Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/000089

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Januar 2005 (24.01.2005)

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **ISSLER, Wolfgang**
[DE/DE]; Schwalbenweg 4, 71409 Schwaikheim (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(74) Anwalt: **POHLE, Reinhard**; Mahle International
GMBH, Patentabteilung ZRIP, Pragstrasse 26-46, 70376
Stuttgart (DE).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

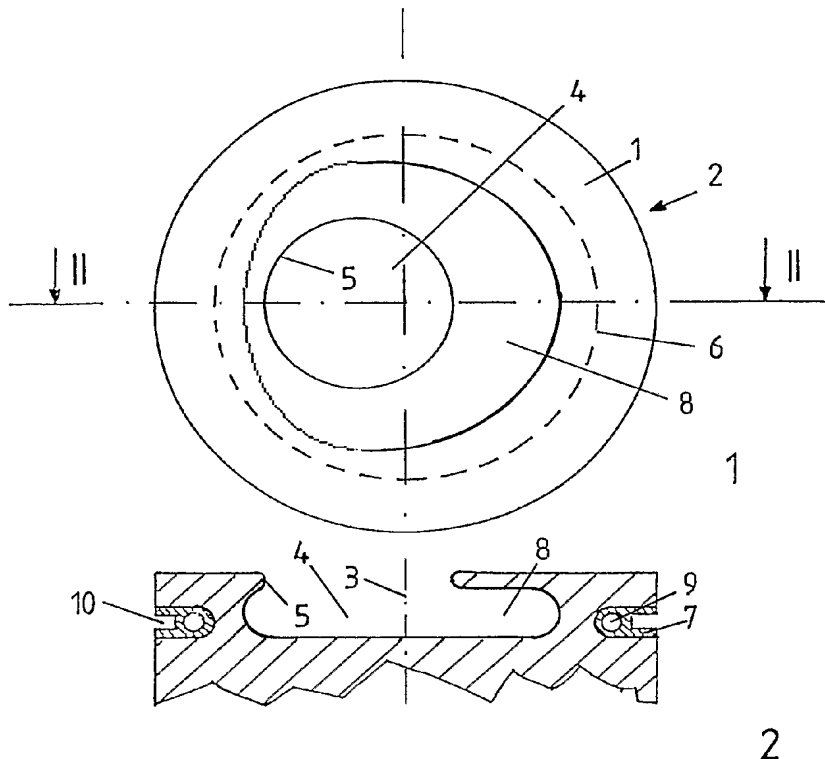
(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 003 658.6 24. Januar 2004 (24.01.2004) DE

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: COMBUSTION RECESS IN THE HEAD OF A PISTON FOR A DIESEL ENGINE

(54) Bezeichnung: VERBRENNUNGSMULDE IM BODEN EINES KOLBENS FÜR EINEN DIESELMOTOR



(57) Abstract: The invention relates to a combustion recess (4) in the head (1) of a piston (2) for a diesel engine, said piston being provided with a cooling duct (9) optionally existing in the form of a cooled ring carrier (7). This combustion recess has, in the radially outer edge area, an undercut (8) which is formed such that the radially outer delimitation of the combustion recess (4) is situated sufficiently near the cooling duct (9) so that the cooling duct (9) has a cooling effect upon the combustion recess (4).

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Verbrennungsmulde (4) im Boden (1) eines mit einem Kühlkanal (9) bspw. in Form eines gekühlten Ringträgers (7) versehenen Kolbens (2) für einen Dieselmotor vorgeschlagen, die im radial äusseren Randbereich einen derart ausgebildeten Hinterschnitt (8) aufweist, dass die radial äussere Begrenzung der Verbrennungsmulde (4) für eine Kühlwirkung des Kühlkanals (9) auf die

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/071239 A1



CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- mit geänderten Ansprüchen

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Verbrennungsmulde im Boden eines Kolbens für einen Dieselmotor

Die Erfindung betrifft eine Verbrennungsmulde im Boden eines Kolbens für einen Dieselmotor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

In einem direkt einspritzenden Dieselmotor findet die Verbrennung des Kraftstoff-Luft-Gemisches üblicherweise in einer Verbrennungsmulde statt, die in den Boden der Kolben des Dieselmotors eingeformt ist. Bekannt ist hierbei, den radial äußeren Randbereich der Verbrennungsmulde mit einem Hinterschnitt zu versehen. Bereits in der Deutschen Patentschrift Nr. 721889 wurde als Vorteil hiervon eine in einem weiten Drehzahlbereich des betreffenden Dieselmotors konstante Drehmomentenkurve genannt. Gemäß der Deutschen Auslegeschrift 1055873 liegt die Ursache hiervon in einer durch den Hinterschnitt bewirkten Verwirbelung und einer damit einhergehenden Verbesserung der Verdampfung des in die Verbrennungsmulde eingespritzten Kraftstoffes.

Aus der Europäischen Patentschrift EP 0 105 933 ist ein Kolben für einen Dieselmotor mit einer außermittig angeordneten Verbrennungsmulde bekannt, in deren radial äußeren Randbereich über mehrere Einspritzöffnungen einer Brennstoffdüse Kraftstoff eingespritzt wird. Zur Verbesserung der Verwirbelung und damit der Verdampfung des Kraftstoffes weist der Kolben eine Vielzahl von gleichmäßig über den Randbereich verteilten Ausnehmungen auf.

Der genannte Stand der Technik hat den Nachteil, dass wegen der Verbrennung des Kraftstoff-Luftgemisches insbesondere der radial äußere Rand der Verbrennungsmulde einer sehr hohen Temperaturbelastung ausgesetzt ist, die zu einer Beschädigung der Verbrennungsmulde führen kann.

In dem deutschen Gebrauchsmuster DE 80 26 159 wird zur Lösung dieses Problems vorgeschlagen, zwischen dem Rand einer mittig angeordneten Verbrennungsmulde und dem Kolbenbodenrand einen Kühlkanal vorzusehen. Soll der aus dem letztgenannten Stand der Technik bekannte Kolben in einem Zweiventilmotor verwendet werden, in dem die Brennstoffdüsen neben dem symmetrisch zur Kolbenlängsachse liegenden Ein- und Auslassventil, d.h., außermittig in Bezug auf die Kolbenlängsachse angeordnet ist, ist vorteilhafterweise auch die Verbrennungsmulde außermittig zur Kolbenlängsachse angeordnet, damit der Kraftstoff von der Brennstoffdüse problemlos in die Verbrennungsmulde eingespritzt werden kann.

Hierbei ergibt sich das Problem, dass zwischen dem Feuersteg des Kolbens und dem dem Feuersteg nächst liegenden Randbereich der außermittig angeordneten Verbrennungsmulde kein Platz für einen Kühlkanal vorhanden ist, sodass zumindest in diesem Bereich der Kühlkanal weiter entfernt vom Kolbenboden im Nabenbereich des Kolbens angeordnet werden muss. Dies hat den Nachteil, dass in diesem Bereich der Rand der Verbrennungsmulde, der Muldenhals und auch die thermisch sehr hoch belastete Verdichtungsringnut schlecht gekühlt werden und Gefahr laufen, beschädigt zu werden. Als weiterer Nachteil ergibt sich hierbei, dass der im Übrigen nahe dem Kolbenboden liegende Kühlkanal eine gegenüber der Kolbenlängsachse schräge Lage einnimmt, was fertigungstechnische Probleme mit sich bringt.

Letztlich tritt hierbei das Problem auf, dass der Abstand zwischen dem im Randbereich des Kolbenbodens angeordneten Teil des Kühlkanals und dem hiervon entfernt liegenden Randbereich der außermittig angeordneten Verbrennungsmulde so groß wird, dass auch die Kühlung dieses Randbereiches der Verbrennungsmulde beeinträchtigt wird.

Diese Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden ist Aufgabe der Erfindung. Gelöst wird die Aufgabe mit den im Kennzeichen des Hauptanspruches stehenden Merkmalen. Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Einige Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand der Zeichnungen beschrieben. Es zeigen

- Fig. 1 eine Draufsicht auf einen Kolben gemäß der Erfindung mit einer außermittig angeordneten Verbrennungsmulde,
- Fig. 2 einen Schnitt durch den Bodenbereich des Kolbens gemäß Figur 1 entlang der Linie II-II,
- Fig. 3 eine Draufsicht auf einen Kolben mit einer außermittig angeordneten Verbrennungsmulde, die einen elliptisch geformten Muldenhals aufweist,
- Fig. 4 eine Draufsicht auf einen Kolben mit einer außermittig angeordneten Verbrennungsmulde, die auf einer Seite keinen Hinterschnitt aufweist,
- Fig. 5 einen Schnitt durch den Bodenbereich des Kolbens gemäß Figur 4 entlang der Linie V-V,
- Fig. 6 einen Schnitt durch den Bodenbereich des Kolbens gemäß Figur 4 entlang der Linie VI-VI,
- Fig. 7 eine Draufsicht auf den Kolben gemäß Figur 4, der eine in der Mitte der Verbrennungsmulde angeordnete, höckerartige Anformung aufweist,
- Fig. 8 einen Schnitt durch den Bodenbereich des Kolbens gemäß Figur 7 entlang der Linie VIII-VIII,
- Fig. 9 einen Schnitt durch den Bodenbereich des Kolbens gemäß Figur 7 entlang der Linie IX-IX,
- Fig. 10 eine Draufsicht auf einen Kolben mit einer außermittig angeordneten Verbrennungsmulde, die sich aus zwei, im Schnitt halbkreisförmigen Bereichen zusammensetzt, und die über ihren gesamten Umfang hinterschnitten ist,
- Fig. 11 eine Draufsicht auf einen Kolben mit einer außermittig angeordneten Verbrennungsmulde, die sich aus zwei, im Schnitt halbkreisförmigen Bereichen zusammensetzt, und die auf zwei einander gegenüberliegenden Seiten keine Hinterschnitte aufweist,
- Fig. 12 bis 14 Draufsichten auf Kolben mit außermittig angeordneten Verbrennungsmulden, deren Formen der Anzahl und der Ausrichtung der Bohrungen von Einspritzdüsen angepasst sind.

Fig. 1 zeigt eine Draufsicht auf den Boden 1 eines Kolbens 2 für einen Dieselmotor, in den eine außermittig zur Kolbenlängsachse 3 angeordnete Verbrennungsmulde 4 mit einer unrund ausgebildeten, radial äußeren Begrenzung und mit einem kreisförmigen Muldenhals 5 eingeformt ist. Obwohl die radial äußeren Begrenzungen der Verbrennungsmulden in den Draufsichten gemäß den folgenden Figuren nicht sichtbar sind, sind sie nicht gestrichelt gezeichnet, da sich der Kern der vorliegenden Erfindung insbesondere auf Form und Anordnung dieser Mulden bezieht. Gestrichelt eingezeichnet ist in Figur 1 aber die radial innere Begrenzung 6 eines gekühlten Ringträgers 7, der in Fig. 2 dargestellt ist, einem Schnitt durch den Bodenbereich des Kolbens 2 gemäß Fig. 1 entlang der Linie II-II. Fig. 2 zeigt auch die Querschnittsform der Verbrennungsmulde 4 mit dem Muldenhals 5 und mit dem die gesamte Verbrennungsmulde 4 umgebenden Hinterschnitt 8.

Hierbei kommt die radial äußere Begrenzung des Hinterschnittes 8 der Verbrennungsmulde 4 der radial inneren Begrenzung des gekühlten Ringträgers 7 in allen Bereichen so nahe, dass vom Kühlkanal 9 nicht nur die Nut 10 für einen in den Figuren nicht dargestellten Verdichtungsring sondern zudem alle Randbereiche der Verbrennungsmulde 4 gekühlt werden.

Im Unterschied zu der Verbrennungsmulde 4 gemäß den Figuren 1 und 2 ist der in Figur 3 dargestellte Muldenhals 11 elliptisch ausgebildet. Der Vorteil hiervon liegt darin, dass der sich hierdurch ergebende Hinterschnitt 8' nahe dem Hauptachsenbereich des Muldenhalses 11 gegenüber dem in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiel verkleinert ist.

Die in den Figuren 4 bis 6 dargestellte Verbrennungsmulde 12 ist außermittig zur Kolbenlängsachse 3 im Bereich des Bodens 13 des Kolbens 14 angeordnet und unrund ausgebildet. Wie insbesondere der Schnitt gemäß Figur 6 durch den Bodenbereich des Kolbens 14 zeigt, weist die Verbrennungsmulde 12 im Bereich 15 keinen Hinterschnitt auf, was im Bereich 15 eine bestmögliche Absenkung der Muldenrand- und der Muldenhalstemperatur aufgrund der Kühlwirkung des Kühlkanals 9 mit sich bringt.

Die Ausgestaltung der Verbrennungsmulde 16 gemäß den Figuren 7 bis 9 weist eine mittig angeordnete, höckerartig ausgebildete Anformung 17 auf, die für eine bessere Verwirbelung und damit für eine Verbesserung der Verbrennung des in die Verbrennungsmulde 16 eingesprühten Kraftstoffes sorgt.

Die in den Figuren 10 bis 14 dargestellten Ausgestaltungen von Verbrennungsmulden 18 bis 22 weisen Formen auf, die der Ausrichtung und der Anzahl der Bohrungen der Einspritzdüsen und der Breite der davon ausgehenden und in die Verbrennungsmulden 18 bis 22 eingesprühten Brennstrahlen angepasst sind. So ist die Verbrennungsmulde 18 gemäß Figur 10 außermittig zur Kolbenlängsachse 3 angeordnet, mit einem kreisförmigen Muldenhals 26 versehen und aus zwei im Schnitt kreisbogenförmigen und einander gegenüberliegenden Bereichen 23 und 24 zusammengesetzt. Sie weist über ihren gesamten Umfang einen Hinterschnitt 38 auf.

Die Verbrennungsmulde 19 gemäß Figur 11 unterscheidet sich von der Verbrennungsmulde 18 (Fig. 10) dadurch, dass sie an zwei einander gegenüberliegenden Bereichen 25 und 25' keinen Hinterschnitt aufweist.

Die Verbrennungsmulde 20 gemäß Fig. 12 unterscheidet sich von den Verbrennungsmulden 18 und 19 gemäß Fig. 10 und 11 dadurch, dass der Muldenhals nicht symmetrisch zur Verbrennungsmulde 20 angeordnet ist und im Bereich 29 keinen Hinterschnitt aufweist. Sie setzt sich im Wesentlichen aus zwei Kreissegmenten 27 und 28 zusammen.

Die Verbrennungsmulden 21 und 22 gemäß den Figuren 13 und 14 bestehen aus jeweils drei Kreissegmenten. Es ist aber auch möglich, die Verbrennungsmulden aus mehr als drei Kreissegmenten zusammenzusetzen. Größe und Anordnung eines jeden Kreissegmentes kann hierbei der Richtung und der Breite des in das jeweilige Kreissegment eingeleiteten Brennstrahles entsprechen, wobei Einspritzdüsen mit Bohrungen unterschiedlichen Durchmessers zum Einsatz kommen.

Die Verbrennungsmulde 21 gemäß Figur 13 ist aus den drei Kreissegmenten 30, 31 und 32 und einem Bereich 33 ohne Hinterschnitt gebildet.

Die in Figur 14 dargestellte Verbrennungsmulde 22 besteht aus drei Kreissegmenten 34, 35, 36 unterschiedlichen Durchmessers und aus einem umlaufenden Hinterschnitt mit über den Umfang variierendem Querschnitt.

Weitere in den Figuren nicht dargestellte Ausgestaltungen von Verbrennungsmulden sind dadurch gekennzeichnet, dass hierbei nicht nur die radial äußeren Begrenzungen der Verbrennungsmulden sondern auch deren Muldenhalse unrund ausgebildet sind. Wenn hierbei in Betracht gezogen wird, dass die Herstellung der Verbrennungsmulden in zwei oder mehreren Bearbeitungsstufen mit jeweils achssymmetrischer Bearbeitung erfolgt, wobei der Kolben zwischen den Bearbeitungsphasen in die entsprechende Richtung verschoben wird, wird deutlich, dass hierdurch die Möglichkeit gegeben ist, den Verbrennungsmulden mit Ausnahme von teilkreisförmigen Eckbereichen im Wesentlichen die Form eines Dreiecks, eines Vierecks oder eines Mehrecks zu geben.

Bezugszeichenliste

1	Boden des Kolbens 2
2, 2'	Kolben
3	Kolbenlängsachse
4, 4'	Verbrennungsmulde
5	Muldenhals
6	radial innere Begrenzung des gekühlten Ringträgers 7
7	gekühlter Ringträger
8, 8'	Hinterschnitt
9	Kühlkanal
10	Nut für einen Verdichtungsring
11	elliptischer Muldenhals
12	Verbrennungsmulde
13	Boden des Kolbens 14
14	Kolben
15	Bereich der Verbrennungsmulde 12
16	Verbrennungsmulde
17	Anformung
18, 19, 20, 21, 22	Verbrennungsmulde
23, 24	Bereich der Verbrennungsmulde 18
25, 25'	Bereich der Verbrennungsmulde 19
26	Muldenhals
27, 28	Kreissegment
29	Bereich der Verbrennungsmulde 20
30, 31, 32	Kreissegment
33	Bereich der Verbrennungsmulde 21
34, 35, 36	Kreissegment
38	Hinterschnitt

Patentansprüche

1. Verbrennungsmulde (4, 4' 12, 16, 18-22) im Boden (1, 13) eines Kolbens (2, 2', 14) für einen Dieselmotor
 - mit einem im radial äußeren, kolbenbodenseitigen Randbereich des Kolbens (2, 2', 14) angeordneten, ringförmigen Kühlkanal (9),
 - wobei die Verbrennungsmulde (4, 12, 16, 18-22) außermittig zur Kolbenlängsachse (3) angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet,
 - dass in mindestens einem Teil des radial äußeren Randbereiches der Verbrennungsmulde (4, 12, 16, 18-22) ein Hinterschnitt (8, 8', 38) insoweit eingeformt ist, dass der gesamte radial äußere Randbereich der Verbrennungsmulde (4, 12, 16, 18-22) für eine Kühlwirkung des Kühlkanals (9) auf die Verbrennungsmulde (4, 12, 16, 18-22) ausreichend nahe dem Kühlkanal (9) angeordnet ist.
2. Verbrennungsmulde (4, 12, 16, 18-22) nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** einen kreisförmigen Muldenhals (5, 26).
3. Verbrennungsmulde (4') nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** einen oval geformten Muldenhals (11).
4. Verbrennungsmulde nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass in der Mitte des Bodens der Verbrennungsmulde (16) eine höckerartig ausgebildete Anformung (17) angeordnet ist.
5. Verbrennungsmulde (12, 16, 20, 21, 22) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** mindestens einen radial äußeren Randbereich mit Hinterschnitt und mindestens einen radial äußeren Randbereich (15, 25, 25', 29, 33) ohne Hinterschnitt.

6. Verbrennungsmulde (18 bis 20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** zwei einander gegenüberliegende, im Wesentlichen kreissegmentförmige Bereiche (23, 24, 27, 28).
7. Verbrennungsmulde (21, 22) nach Anspruch 1 bis 7, **gekennzeichnet durch** mehr als zwei kreissegmentförmige Bereiche (30-32, 34-36).
8. Verbrennungsmulde (18-22) nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die kreissegmentförmigen Bereiche (23, 24, 27, 28, 30-32, 34-36) ineinander übergehend bearbeitet sind.
9. Verbrennungsmulde (4, 12, 16, 18-22) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in die Verbrennungsmulde (4, 12, 16, 18-22) Kraftstoff über Einnspritzdüsen eingespritzt wird, deren Bohrungen derart dimensioniert und angeordnet sind, dass die Breite und die Ausrichtung der Kraftstoffstrahlen den lokalen Erstreckungen der zugehörigen Muldenbereiche angepasst sind.

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE

[beim Internationalen Büro am 13. Juni 2005 (13.06.05) eingegangen;
ursprüngliche Ansprüche 1-9 durch neue Ansprüche 1-8 ersetzt (2 Seiten)]

1. Verbrennungsmulde (4, 4' 12, 16, 18-22) im Boden (1, 13) eines Kolbens (2, 2', 14) für einen Dieselmotor
 - mit einem im radial äußeren, kolbenbodenseitigen Randbereich des Kolbens (2, 2', 14) angeordneten, gekühlten Ringträger (7),
 - wobei die Verbrennungsmulde (4, 12, 16, 18-22) außermittig zur Kolbenlängsachse (3) angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet,
 - dass in mindestens einem Teil des radial äußeren Randbereiches der Verbrennungsmulde (4, 12, 16, 18-22) ein sich nach radial außen erstreckender Hinterschnitt (8, 8', 38) insoweit eingeformt ist, dass der gesamte radial äußere Randbereich der Verbrennungsmulde (4, 12, 16, 18-22) für eine Kühlwirkung des gekühlten Ringträgers (7) auf die Verbrennungsmulde (4, 12, 16, 18-22) ausreichend nahe dem Kühlkanal (9) angeordnet ist, und dass in der Mitte des Bodens der Verbrennungsmulde (16) eine höckerartig ausgebildete Anformung (17) angeordnet ist.
2. Verbrennungsmulde (4, 12, 16, 18-22) nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** einen kreisförmigen Muldenhals (5, 26).
3. Verbrennungsmulde (4') nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** einen oval geformten Muldenhals (11).
4. Verbrennungsmulde (12, 16, 20, 21, 22) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** mindestens einen radial äußeren Randbereich mit Hinterschnitt und mindestens einen radial äußeren Randbereich (15, 25, 25', 29, 33) ohne Hinterschnitt.
5. Verbrennungsmulde (18 bis 20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** zwei einander gegenüberliegende, im Wesentlichen kreissegmentförmige Bereiche (23, 24, 27, 28).

6. Verbrennungsmulde (21, 22) nach Anspruch 1 bis 5, **gekennzeichnet durch** mehr als zwei kreissegmentförmige Bereiche (30-32, 34-36).
7. Verbrennungsmulde (18-22) nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die kreissegmentförmigen Bereiche (23, 24, 27, 28, 30-32, 34-36) ineinander übergehend bearbeitet sind.
8. Verbrennungsmulde (4, 12, 16, 18-22) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in die Verbrennungsmulde (4, 12, 16, 18-22) Kraftstoff über Einnspritzdüsen eingespritzt wird, deren Bohrungen derart dimensioniert und angeordnet sind, dass die Breite und die Ausrichtung der Kraftstoffstrahlen den lokalen Erstreckungen der zugehörigen Muldenbereiche angepasst sind.

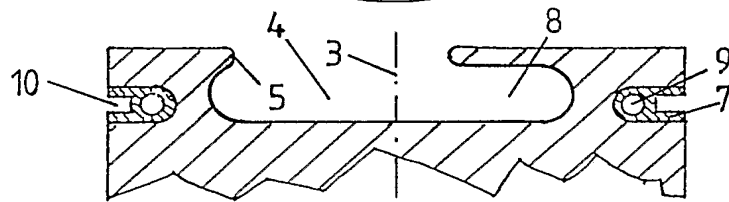
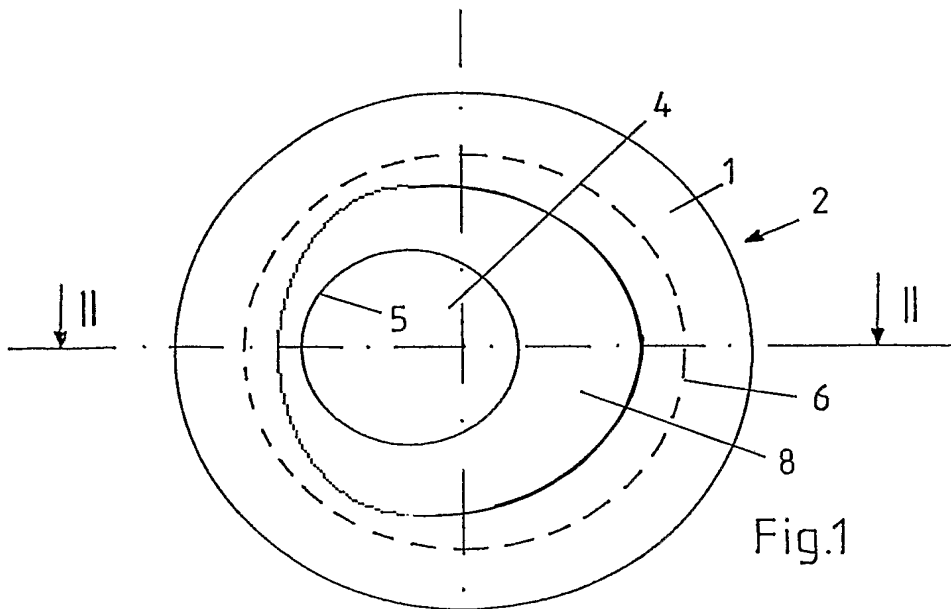


Fig. 2

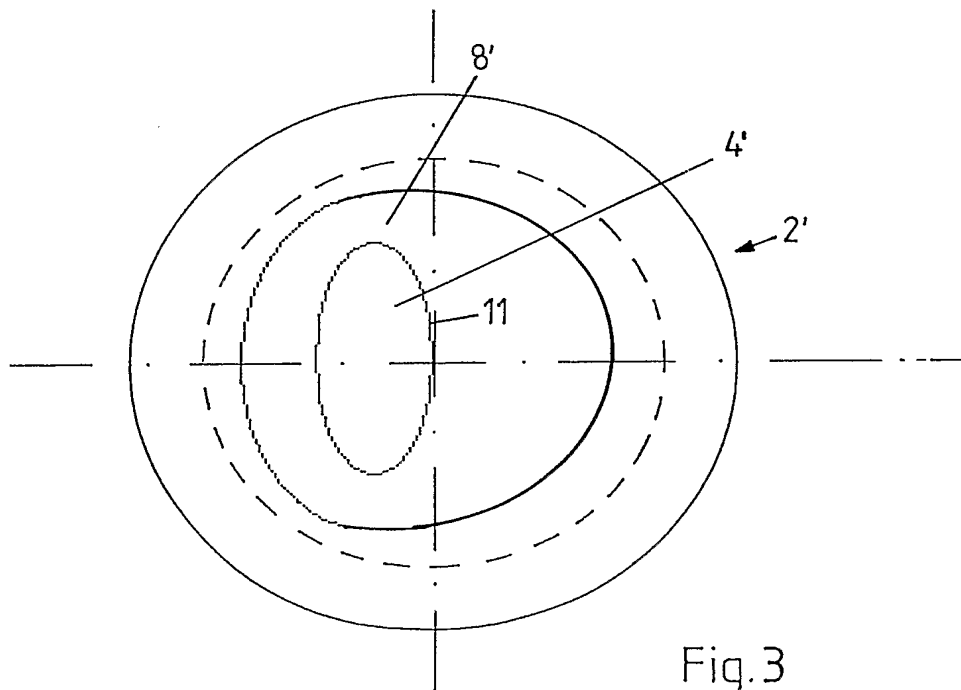
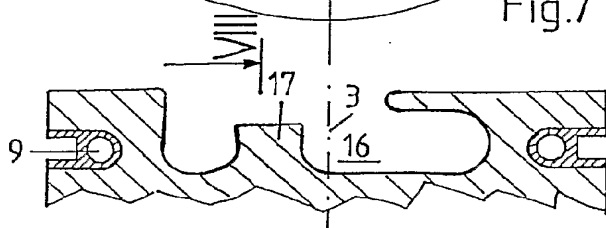
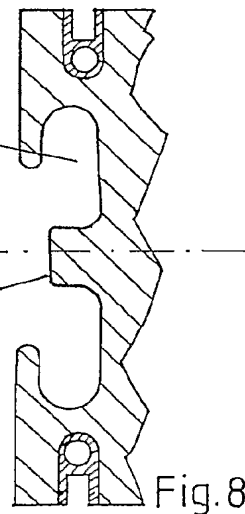
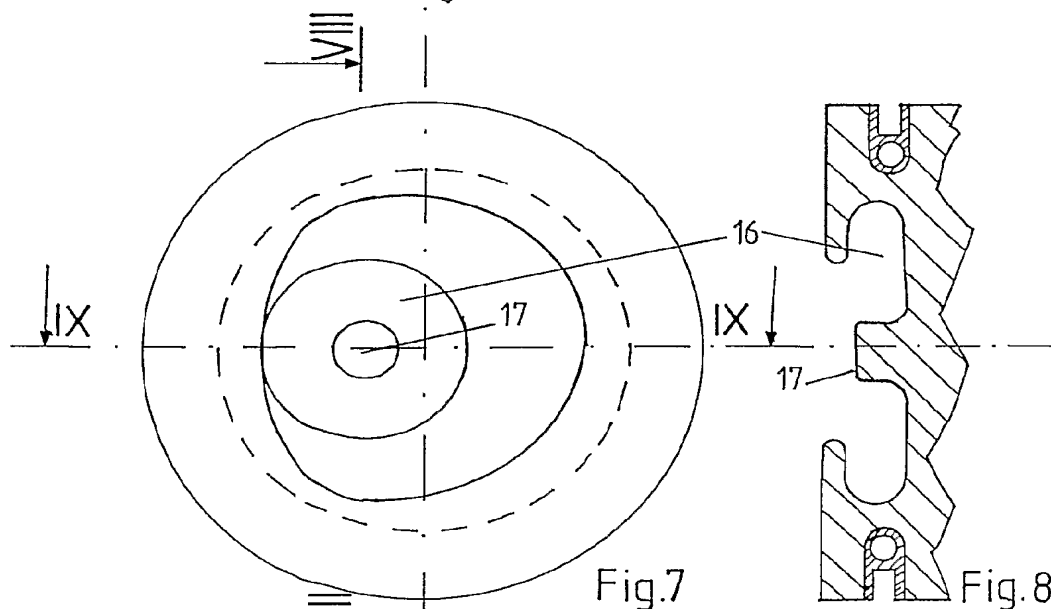
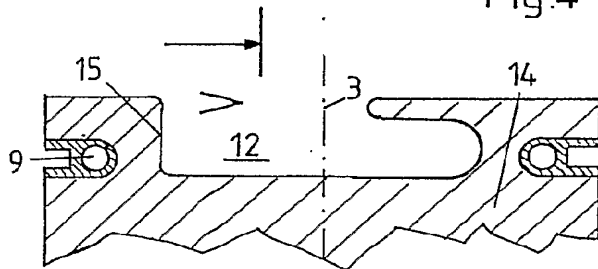
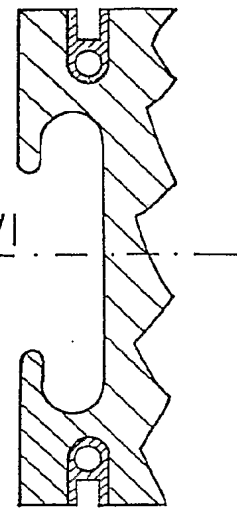
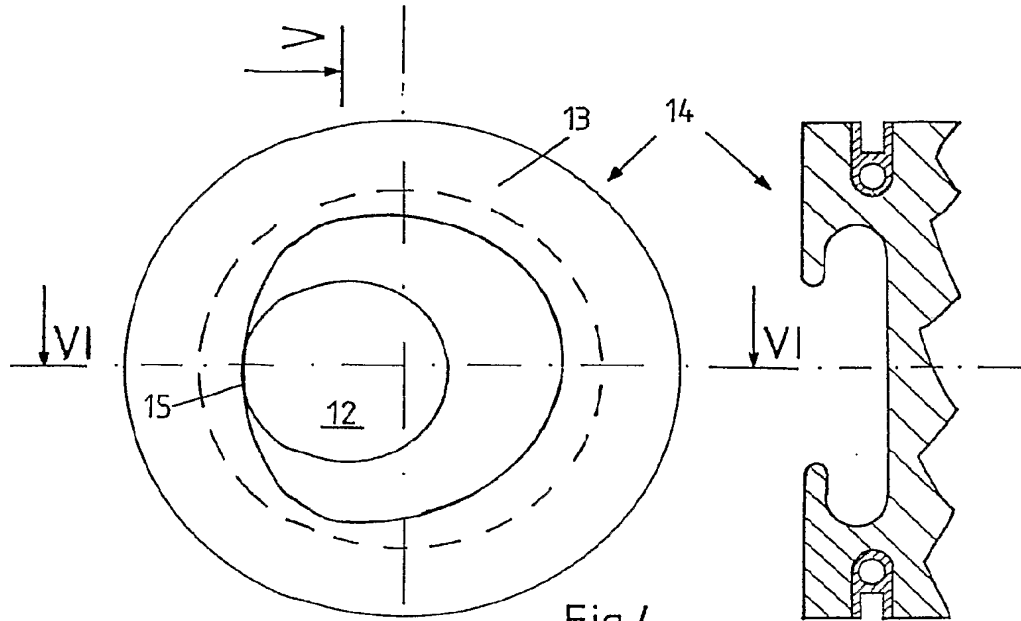


Fig. 3



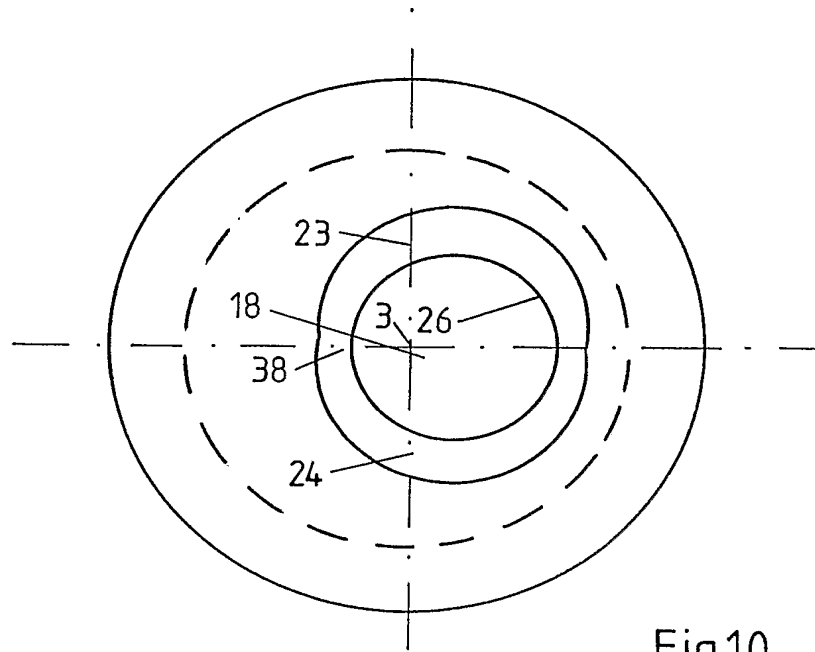


Fig.10

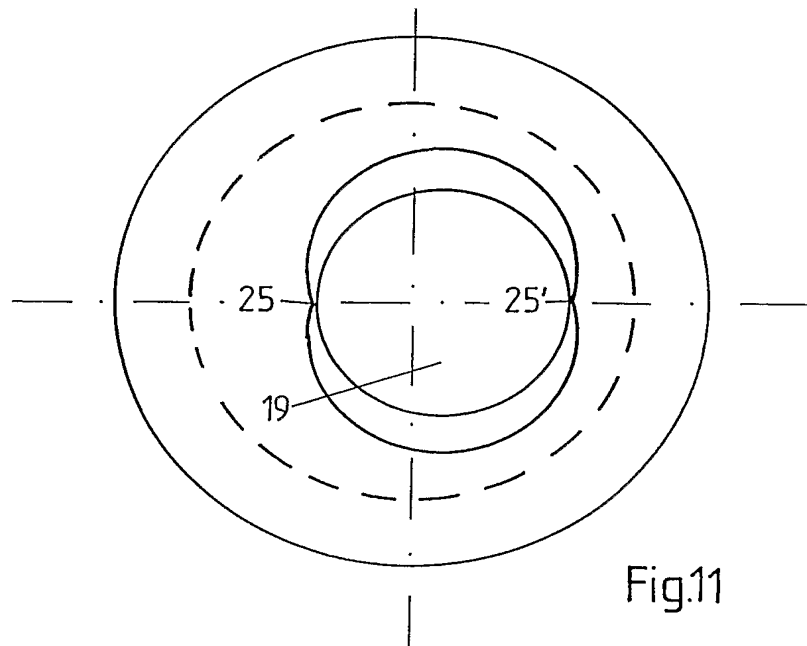


Fig.11

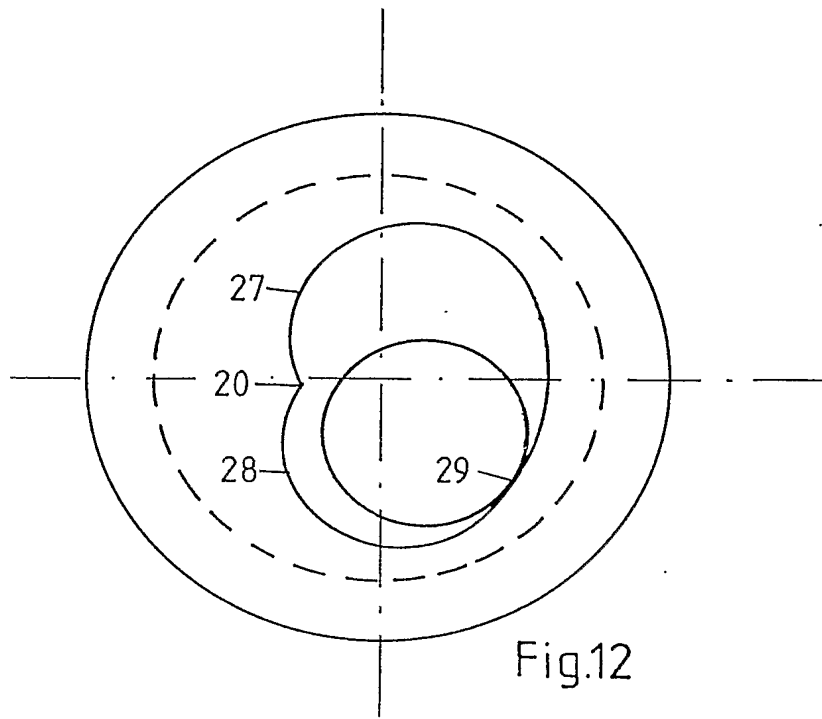


Fig.12

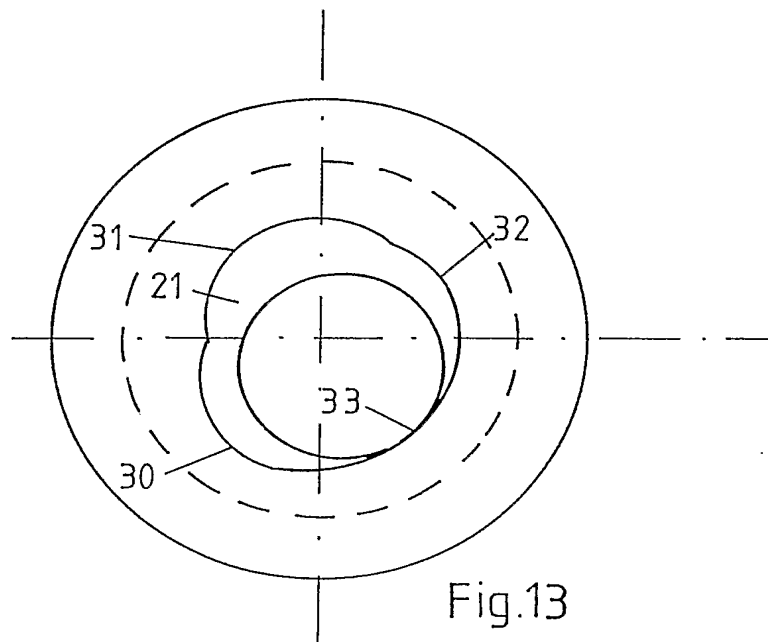
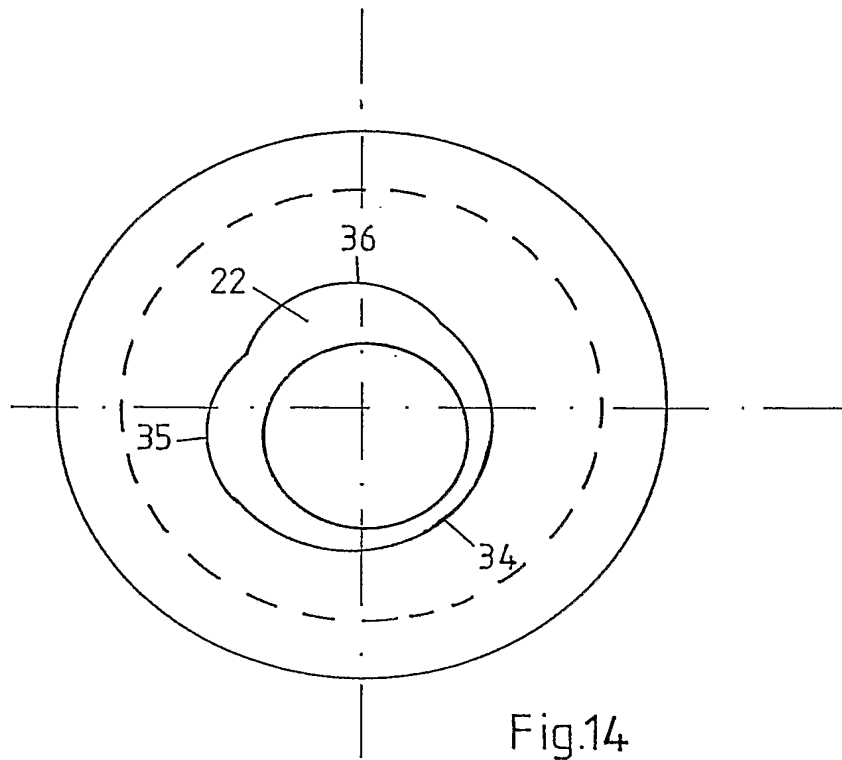


Fig.13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2005/000089

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F02B23/06 F02F3/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F02F F02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 937 888 A (FEDERAL-MOGUL BURSCHEID GMBH) 25 August 1999 (1999-08-25)	1, 2, 4
Y	abstract figures 2, 3, 8	3, 5-8
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 274 (M-345), 14 December 1984 (1984-12-14) & JP 59 145344 A (MAZDA KK), 20 August 1984 (1984-08-20) abstract; figures 1-3	1, 2, 4, 9
Y	DE 10 14 782 B (MOTORENFABRIK MUENCHEN-SENDLING O. VOLLNHALS K.G.) 29 August 1957 (1957-08-29) figures 1-3	3
	----- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 April 2005

Date of mailing of the international search report

22/04/2005

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Matray, J-F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern Application No
PCT/DE2005/000089

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	FR 997 692 A (A.CONCI) 9 January 1952 (1952-01-09) page 1, column 1 - column 2, paragraph 1 figures 1-3 -----	5
Y	FR 1 411 601 A (R. A. LISTER & COMPANY LIMITED) 17 September 1965 (1965-09-17) page 1, column 1 figures 1-4 -----	6-8
A	DE 100 15 709 A1 (KS KOLBENSCHMIDT GMBH) 6 December 2001 (2001-12-06) figure 1 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Intern. Application No

PCT/DE2005/000089

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0937888	A	25-08-1999	DE 19807176 A1	21-10-1999
			AT 242426 T	15-06-2003
			DE 59905779 D1	10-07-2003
			EP 0937888 A2	25-08-1999
			ES 2201576 T3	16-03-2004
JP 59145344	A	20-08-1984	NONE	
DE 1014782	B	29-08-1957	NONE	
FR 997692	A	09-01-1952	NONE	
FR 1411601	A	17-09-1965	NONE	
DE 10015709	A1	06-12-2001	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000089

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F02B23/06 F02F3/26

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02F F02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 937 888 A (FEDERAL-MOGUL BURSCHEID GMBH) 25. August 1999 (1999-08-25)	1, 2, 4
Y	Zusammenfassung Abbildungen 2, 3, 8	3, 5-8
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 008, Nr. 274 (M-345), 14. Dezember 1984 (1984-12-14) & JP 59 145344 A (MAZDA KK), 20. August 1984 (1984-08-20) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3	1, 2, 4, 9
Y	DE 10 14 782 B (MOTORENFABRIK MUENCHEN-SENDLING O. VOLLNHALS K.G.) 29. August 1957 (1957-08-29) Abbildungen 1-3	3
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. April 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/04/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Matray, J-F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000089

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	FR 997 692 A (A.CONCI) 9. Januar 1952 (1952-01-09) Seite 1, Spalte 1 - Spalte 2, Absatz 1 Abbildungen 1-3 -----	5
Y	FR 1 411 601 A (R. A. LISTER & COMPANY LIMITED) 17. September 1965 (1965-09-17) Seite 1, Spalte 1 Abbildungen 1-4 -----	6-8
A	DE 100 15 709 A1 (KS KOLBENSCHMIDT GMBH) 6. Dezember 2001 (2001-12-06) Abbildung 1 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern. Aktenzeichen

PCT/DE2005/000089

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0937888	A	25-08-1999	DE 19807176 A1 21-10-1999
		AT 242426 T	15-06-2003
		DE 59905779 D1	10-07-2003
		EP 0937888 A2	25-08-1999
		ES 2201576 T3	16-03-2004
JP 59145344	A	20-08-1984	KEINE
DE 1014782	B	29-08-1957	KEINE
FR 997692	A	09-01-1952	KEINE
FR 1411601	A	17-09-1965	KEINE
DE 10015709	A1	06-12-2001	KEINE